

## 骨盤ショーツにおける歩行時の生理応答

## The physiological response while walking with compression shorts

須藤 明治\*, 山田 健二\*\*, 室伏 由佳\*\*\*

Akiharu SUDO\*, Kenji YAMADA\*\* and Yuka MUROFUSHI\*\*\*

## Abstract

Support around the pelvis stabilizes the pelvis, preventing posterior pelvic tilt. The back muscles elongate, allowing the correct posture to be maintained. In other words, the activity of the erector spinae presumably increases as a result of support around the pelvis, and an increase of about 24% has been noted. Compression shorts cover the thighs, so the vastus medialis (part of the quadriceps muscle group that is used to swing the knee forward) also provides support. This stabilizes the pelvis when the knee is swung forward. Thus, the activity of the vastus medialis presumably increases, and an increase of about 64% has been noted. The hamstring (at the back of the thigh) and the lateral gastrocnemius are muscles that are active when the foot comes in contact with the ground, so their activity will not change substantially as long as there are no changes in weight or changes in the exercise load. Accordingly, activity of the hamstring and lateral gastrocnemius was roughly the same with an average weight and exercise load. Activity of the rectus abdominis was about the same, and there were no marked differences. These electromyographic findings revealed that X was significantly greater than C for the vastus medialis and erector spinae. X was greater than C for 3 other muscles. When C was considered to be 100%, X had an increase in muscle activity of about 22.9% in comparison to C.

Energy expenditure was gauged based on heart rate and metabolism while walking. X tended to be about 5% greater than C, i.e. energy expenditure was about 280 kcal in terms of daily metabolism and about 12 kcal in terms of hourly metabolism. In other words, an exercise load results in a metabolism while walking that is about 3 times the metabolism at rest. The load was comparable to moderate walking, resulting in increased energy expenditure in conjunction with an increase in muscle activity.

*Key words; Compression Shorts, Electromyographic, Walking*

\* 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学体育学部附属体育研究所 (Institute of Health, Physical Education and Sport Science, School of Physical Education, Kokushikan University)

\*\*\* 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 (Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University)

## I. 緒 言

近年では、吉住<sup>8)</sup>らの「歩行開始時における立脚側骨盤側方安定化メカニズムについて」の結果から、股AOの患者において、歩行時の中殿筋の重要性がわかった。したがって、骨盤を両側からサポートすることは重要であると考えられる。また、吉岡佑二<sup>7)</sup>らの「骨盤肢位の違いが股関節外転運動における筋力および下肢と体幹の筋活動に与える影響」の結果から、骨盤肢位より中間位の時に股関節が外転運動を行うと筋活動が活発に活動することがわかった。したがって、骨盤の後傾を防ぐことは、骨盤の位置を調整することが示唆された<sup>2)</sup>。骨盤の周囲をサポートすることにより、骨盤が安定化しいわゆる骨盤の後傾を防ぎ、背筋が伸びて正しい姿勢が維持できると考えられる。つまり、骨盤の周囲をサポートすることにより、脊柱起立筋の筋活動が増えるのではないかと推察される。また、太ももを覆う形状であれば、膝を前方に振り上げるときに使う大腿四頭筋の一つである内側広筋もサポート効果により安定して振り上げられると考える<sup>4)</sup>ことから、内側広筋の筋活動が増えるのではないかと推察される。また、もの裏側のハムストリング（大腿二頭筋）及び外側腓腹筋は、着地時の筋群であることから、体重の変化や運動負荷の変化が無い限り大きな変化はないと考えられる。同じウォーキング負荷により、以上の筋活動の違いから、エネルギー代謝も異なるのではないかと考えることができる。つまり、筋活動の増加分のエネルギー消費の増大が見込まれることになるのではないかと推察される。そこで、本研究では、普段から着用できるショーツの

腰回りにサポート帯を装着し、形状が膝上までのショーツ（以下、X）と骨盤のサポート無い同じ形状のショーツ（以下、C）との歩行時の生理学応答を比較検討した。

## II. 方 法

### 1) 被験者について

被験者は、一般の成人女性5名であり、身体に障がいのない者とした。また、被験者には測定の目的・方法・データの処理などにおける安全性について説明後、同意を得られた上で実施した。

### 2) ショーツの違いにおける歩行時筋活動量について

XとCを着用した時の歩行時における筋活動量を分析した。

計測方法として、歩行時における筋活動量を分析するため、5名の被験者を対象に各ショーツ着用後、体の右側における内側広筋、大腿二頭筋、腓腹筋外側頭、腹直筋および脊柱起立筋の5か所にポータブル表面筋電計（FreeEMG, BTS社製）を貼付した。特に、ショーツ着用の影響を観察するため、ショーツに覆われている筋群（内側広筋、大腿二頭筋、腹直筋、脊柱起立筋）を選択した。歩行時の筋活動は直線の9m歩行路を設定し、往復の切り替えし歩行とした。目標とする運動負荷は、各被験者の50%から60%HRmaxとし、計測後半の安定した歩行時の筋活動を採用し、9mの歩行のうち折り返しの動作を除いた3サイクルを分析した。なお、ショーツを着用する順番による影響についても考慮し、被験者によってランダム

表1 被験者の身体的特徴

n	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
5	53.2±10.6	158.2±2.7	54.2±3.5	21.7±1.6

平均値±標準偏差

に計測した。被験者には一方のショーツでの計測終了後、スタッフの補助のもと電極が取れないようにし、もう一方のショーツに履き替えて、安静時心拍数が回復した後に、再度計測を行った。

分析項目は、それぞれのショーツでの歩行3サイクル分の筋波形を整流化し、3サイクル分を平均した絶対値での筋活動量とCを100%とした際の相対値の筋活動比とした。

### 3) ショーツの違いにおける歩行時の呼吸代謝比較について

XとCを着用した時の歩行時における呼吸代謝を分析した。

計測方法は、歩行時における呼気ガス量を分析するため、5名の被験者を対象に各ショーツ着用後、呼吸代謝計測システム（K5, COSMED社製）を装着し、3分間の座位安静時の呼気ガス測定を行った。同時に胸部に着用することで心拍数を計測することが出来る心拍センサー（polar社製）を使用し、心拍数についても同期して計測を行った。座位安静の測定後、歩行の呼気ガス測定のため9m歩行路を設定し、往復の切り替えし歩行とした。運動負荷は各被験者の50%から60%HRmaxとし、心拍数が安定した際の代謝量を採用した。一方のショーツでの計測後、スタッフの補助のもと、呼気ガスマスクおよび心拍センサーが取れないようにしながら、もう一方のショーツへ履き替え、安静時心拍数に回復した後に、再度測定した。分析項目は、それぞれのショーツでの心拍数、歩行時エネルギー代謝（kcal/day）および安静時心拍数から運動強度を算出した。

## Ⅲ. 結 果

### 1) ショーツの違いにおける歩行時筋活動量について

内側広筋において、Xが平均0.014mVであり、Cが平均0.025mVであり、統計的に有意にXが64%高かった（ $p<0.05$ ）。脊柱起立筋においても、Xは平均0.014mVであり、Cは平均0.011mVであり、Xが統計上有意に23.6%高かった（ $p<0.05$ ）。また、XはCよりも大腿二頭筋では13.6%、腓腹筋外側頭では4.1%、腹直筋では9.3%高かったが、3筋には有意な差は認められなかった。5筋の平均値では、XがCよりも22.9%筋活動が高い値を示した。

### 2) ショーツの違いにおける歩行時の呼吸代謝比較について

心拍数、安静時および歩行時エネルギー代謝において、統計上の有意な差は認められなかったが、CよりXの方が約5%高値を示した。XとCの歩行時の心拍数の平均値が90.6（拍/分）であったことから、運動強度は被験者の約55%HRmax程度であった。また、歩行時の代謝では、Xが6085.0（kcal/day）、Cが5806.2（kcal/day）であり、1日当たり約280kcal、1時間当たりでは約12kcal、Xが高値を示した。なお、運動負荷は、安静時の代謝に対する歩行時の代謝が約3.5倍程度であり、適度なウォーキングに相当する負荷で統一されていた。

表2 XおよびCの各筋活動

	内側広筋	大腿二頭筋	腓腹筋外側頭	腹直筋	脊柱起立筋
X	0.041±0.028*	0.019±0.004	0.033±0.010	0.005±0.002	0.014±0.007*
C	0.025±0.014	0.019±0.005	0.032±0.009	0.004±0.001	0.011±0.004

（単位：mV）

平均値±標準偏差

\*: $p<0.05$

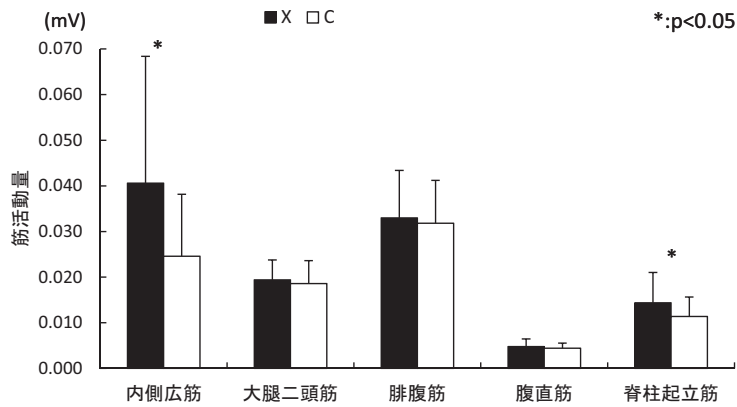


図1 XおよびCの絶対値での各筋活動量

表3 Cを100%とした際の相対的筋活動

	内側広筋	大腿二頭筋	腓腹筋外側頭	腹直筋	脊柱起立筋
X	164.0±39.5*	113.6±50.5	104.1±11.8	109.3±26.2	123.6±19.2*
C	100	100	100	100	100

(単位: %)

平均値±標準偏差

\*:p&lt;0.05

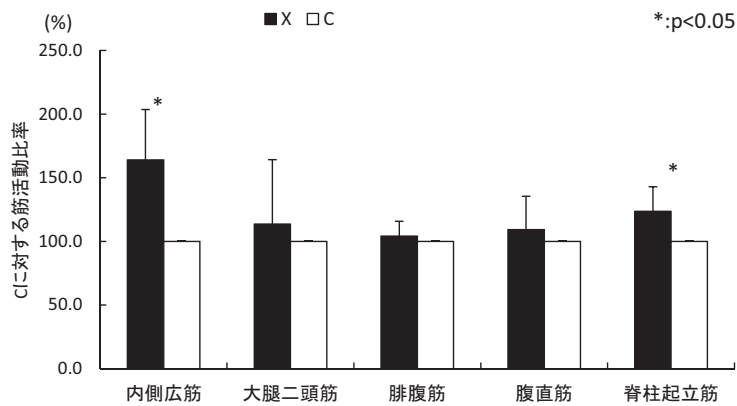


図2 Cを100%とした際の相対値筋活動量

#### IV. 考 察

骨盤の周囲をサポートすることにより、骨盤が安定化しいわゆる骨盤の後傾を防ぎ、背筋が伸びて正しい姿勢が維持できると考えられる<sup>1) 2) 3)</sup>。

つまり、骨盤の周囲をサポートすることにより、脊柱起立筋の筋活動が増えるのではないかと推察されていたが、約24%の増加を観察することができた。また、太ももを覆う形状であることから、膝を前方に振り上げるときに使う大腿四頭筋の一

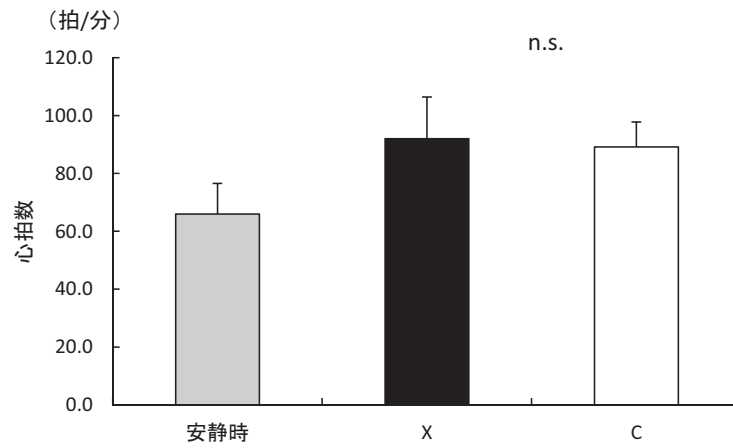


図3 安静時および歩行時の心拍数

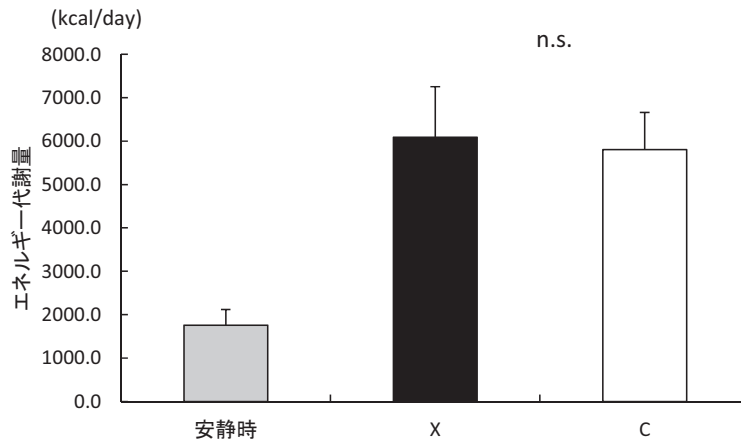


図4 安静時および歩行時のエネルギー代謝

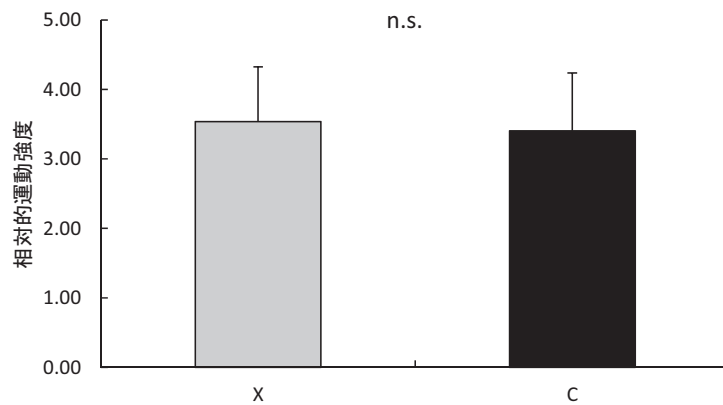


図5 安静時に対する歩行時の相対的運動強度

つである内側広筋もサポート効果により安定して振り上げられると考えることから、内側広筋の筋活動が増えるのではないかと推察されていたが、約64%の増加を観察することができた。また、ものの裏側のハムストリング及び外側腓腹筋は、着地時の筋群であることから、体重の変化や運動負荷の変化が無い限り大きな変化はないと考えられていたが、平均値ではほぼ同程度であった。尚、腹直筋についても同程度で特に差はなかった。これらの筋電図の測定結果から、特に、内側広筋と脊柱起立筋において、XがCに比べて統計上有意に高いことが明らかになり、他の3筋を含めてもXがCよりも高値を示し、Cを100%とした際の相対値でみると、XはCよりも約22.9%の筋活動の増加が認められた。

また、エネルギー消費量について、心拍数、歩行時の代謝量について観察した結果、XはCよりも一日当たりの代謝量で約280kcal、1時間あたりで約12kcal、約5%程度高値である傾向があった。つまり、運動負荷は、安静時の代謝に対する歩行時の代謝が約3.5倍程度であり、適度なウォーキングに相当する負荷で統一されていたことから、筋活動の増加分のエネルギー消費の増大が示されたと考えられた。更に、貞清<sup>4)</sup>らの「姿勢別の骨盤の前後傾運動が体幹筋に及ぼす影響の筋電図学的検討」の結果から、骨盤の前傾姿勢から後傾姿勢に変わるときに脊柱起立筋の筋活動が多くなることがわかった。従って本研究においても骨盤の後傾を防ぐことで脊柱起立筋が大きくなっていることが伺えた。

## V・総括

骨盤の周囲をサポートすることにより、骨盤が安定化しいわゆる骨盤の後傾を防ぎ、背筋が伸びて正しい姿勢が維持できると考えられる。そこで、本研究では、普段から着用できるショーツの腰回りにサポート帯を装着し、形状が膝上までのショーツ(X)と骨盤のサポート無い同じ形状の

ショーツ(C)との歩行時の生理学応答を比較検討した。

歩行時における筋活動量の分析は、5名の被験者を対象に各ショーツ着用後、体の右側における内側広筋、大腿二頭筋、腓腹筋外側頭、腹直筋および脊柱起立筋の5か所にポータブル表面筋電計(FreeEMG, BTS社製)を貼付し、それぞれのショーツでの歩行3サイクル分の筋波形を整流化し、3サイクル分を平均した絶対値での筋活動量とC群を100%とした際の相対値の筋活動比とした。各筋活動を観察した。

同時に、歩行時における呼気ガス量を分析は、上記の5名の被験者を対象に各ショーツ着用後、呼吸代謝計測システム(K5, COSMED社製)を装着し、3分間の座位安静時の呼気ガス測定を行った。同時に胸部に装着することで心拍数を計測することが出来る心拍センサー(polar社製)を使用し、心拍数についても同期して計測を行った。筋電図測定と同時進行で、座位安静の測定後、歩行の呼気ガス測定のため9m歩行路を設定し、往復の切り替えし歩行とした。運動負荷は各被験者の50%から60%HRmaxとし、心拍数が安定した際の代謝量を採用した。分析項目は、それぞれのショーツでの心拍数、歩行時エネルギー代謝(kcal/day)および安静時心拍数から運動強度を算出した。

本研究の結果は、ショーツの違いにおける歩行時筋活動量について、特に、内側広筋において、筋活動Xが平均0.014mVであり、Cが平均0.025mVであり、統計的に有意にXが64%高かった( $p < 0.05$ )。脊柱起立筋においても、X平均0.014mVであり、Cが平均0.011mVであり、Xが統計上有意に23.6%高かった( $p < 0.05$ )。5筋の平均値では、XがCよりも22.9%筋活動が高い値を示した。また、心拍数、安静時および歩行時エネルギー代謝において、統計上の有意な差は認められなかったが、CよりXの方が約5%高値を示した。XとCの歩行時の心拍数の平均値が90.6(拍/分)であったことから、運動強度は被験者の約55%HRmax

程度であった。特に、歩行時の代謝では、Xが6085.0 (kcal/day)、Cが5806.2 (kcal/day) であり、1日当たり約280kcal、1時間当たりでは約12kcal、X群が高値を示した。

以上の結果から、Xショーツ着用時の歩行は、脊柱起立筋の筋活動が約24%の増加、内側広筋の筋活動が約64%増加していたことから、骨盤を両側からサポートすることは、骨盤の後傾を防ぎ、背筋を伸ばし、頭部の前傾、骨盤の後傾を防ぎ、4彎極を正しいポジションに強制しているのではないかと考えられた。さらに、太ももを覆う形状であることから、膝を前方に振り上げるときに使う大腿四頭筋の一つである内側広筋をサポートとし下肢の振り上げ動作を安定させていると考えられた。その筋活動の変化から、消費エネルギーも約5%の増加傾向であったのではないかと考えられた。

## 参考文献

- 1) 我妻美奈子；着衣と姿勢との関係について -2-、和洋女子大学紀要 家政婦編30, 91-101, 1990
- 2) 神谷 晃央、木林 勉、烏山 亜紀、野口 雅弘、安彦 鉄平；二次元動作分析による歩行時の骨盤側方傾斜および股関節外転・内転角度測定法の妥当性、理学療法科学, 29 (4), 503-508, 2014
- 3) マージョリー・H・ウーラコット、アン・シャム ウェイクック 編、矢部京之助 監訳；姿勢と歩行の発達 生涯にわたる変化の過程、大修館書店, 1993
- 4) 貞清秀成、石坂正大、下井俊典、丸山仁司；姿勢別の骨盤の前後傾運動が体幹筋に及ぼす影響の筋電図学的検討、日本理学療法学術大会, 2012
- 5) 鷹股亮；運動時の全身循環および体温調節機能をサポートする下肢圧迫法の開発、デサントスポーツ科学, 26, 96-102.
- 6) 米田幸雄；着衣時の皮膚血流量と皮膚温について、京都教育大学紀要. B, 自然科学, 90, 27-36, 1997
- 7) 吉岡佑二、南角学、伊藤太祐、中村孝志；骨盤肢位の違いが股関節外転運動における筋力および下肢と体幹の筋活動に与える影響、日本理学療法学術大会, 2009
- 8) 吉住浩平、松田憲亮、永井良浩、金子秀雄；歩行開始時における立脚側骨盤側方安定化メカニズムについて、日本理学療法学術大会, 2009